

Introduction à la RECHERCHE OPERATIONNELLE

Partie 1

S4 INFORMATIQUE

Karine DESCHINKEL

Qu'est ce que la RO ?

- ▶ Aider à la prise de décisions au sein d'organisations complexes, quelque soit leur domaine d'application (transports, télécommunications, finances, santé)
- ▶ Méthode scientifique (**recherche**) au carrefour de 3 disciplines : Mathématique, Informatique et Économie
- ▶ Aider à prendre les meilleurs décisions possibles relativement à la conduite et à la coordination d'**opérations** dans une organisation
- ▶ Meilleures décisions possibles = solutions optimales

Origines de la RO

- ▶ Deuxième guerre mondiale (1939-45) : recherche sur les **opérations militaires**
- ▶ Groupes de scientifiques travaillant sur ces sujets aux États-unis et en Grande-Bretagne (optimisation des implantations de radars de surveillance)
- ▶ Invention de la méthode du Simplex par Dantzig (1947) pour la programmation linéaire
- ▶ Implantation à l'aide des premiers ordinateurs

Impact de la RO

- ▶ **La RO est utilisée dans l'industrie et le secteur public :**
 - Systèmes de distribution de marchandises
 - Gestion des inventaires de marchandises
 - Planification des réseaux (transport, télécommunications)
 - Confection d'horaires (personnel, ligues sportives)
 - Gestion des files d'attente
- ▶ **Pourtant peu connue du grand public:**
 - Enseignement dispersé (génie industriel, civil, électrique, informatique, mathématiques, administration)
 - Science jeune (contrairement à la physique)
 - N'est pas associée à une réalisation technologique visible (contrairement à l'informatique)

La RO dans le monde

- ▶ **Plusieurs associations professionnelles**
 - IFORS (International Federation of OR societies)
 - INFORMS (Institute for OR and the Mnagement Sciences)
 - ROADEF (Société française de RO)
- ▶ **Impact industriel**
 - Plusieurs compagnies spécialisées dans le développement de logiciels généraux ou pour des applications particulières
- ▶ **Enseignement universitaire**

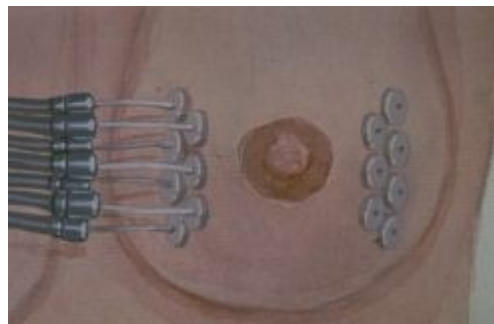
Démarche scientifique en RO

- 1. Définir le problème et collecter les données**
- 2. Formuler un modèle mathématique du problème**
- 3. Développer un algorithme pour résoudre le modèle**
- 4. Tester le modèle et l'algorithme (raffiner au besoin)**
- 5. Préparer l'implantation informatisée du modèle**
- 6. Implanter le modèle au sein de l'organisation**

Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

PROBLEME

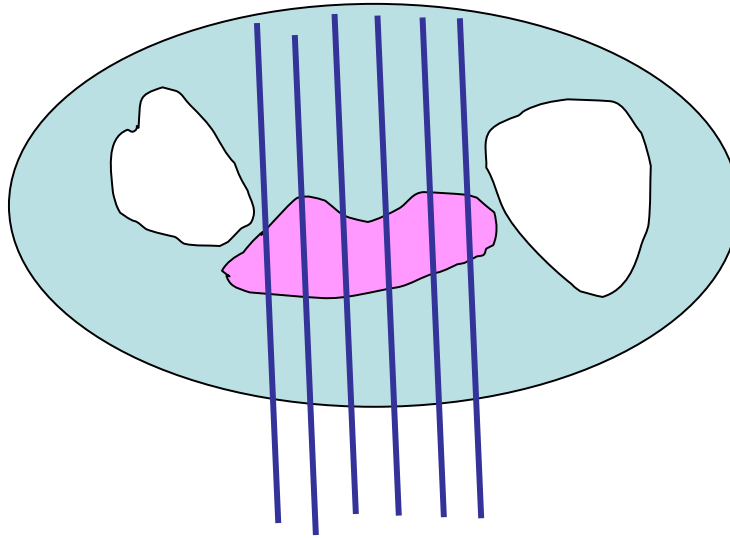
- ▶ Curiethérapie HDR (à haut débit de dose)
- ▶ Radiothérapie interne
- ▶ Utilisation de sources radioactives introduites par une machine dans des cathéters placés dans le corps du patient



Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

PROBLEME

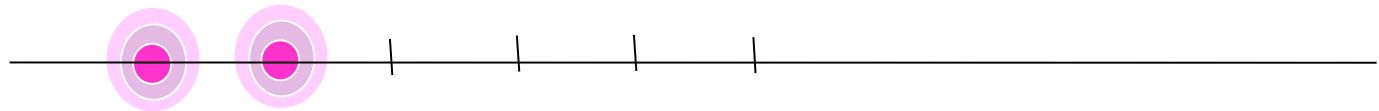
- ▶ Irradier convenablement la tumeur
- ▶ Protéger les organes à risque



Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

PROBLEME

- ▶ Source se déplace le long du cathéter et s'arrête pour un temps donné à intervalles réguliers
- ▶ **OBJECTIF** : calculer les temps d'arrêt de la source pour traiter correctement la tumeur



Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

MODELE

► Données du problème

- E ensemble des points de calcul, $|E|=N$
- α_i, β_i coefficients de pénalités pour les violations
- $D_i^{\text{inf}}, D_i^{\text{sup}}$ bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de dose
- J ensemble des positions possibles de la source

► Variables du problème

- U_i, V_i écart de dose
- t_j temps d'arrêt en position j

► $\min (\sum_{i \in E} \alpha_i U_i + \beta_i V_i) / N$

$$\sum_{j \in J} D(i,j) \cdot t_j + U_i \geq D_i^{\text{inf}} \quad \forall i \in E$$

$$\sum_{j \in J} D(i,j) \cdot t_j - V_i \leq D_i^{\text{sup}} \quad \forall i \in E$$

$$U_i \geq 0, V_i \geq 0 \quad \forall i \in E$$

$$t_j \geq 0 \quad \forall j \in J$$

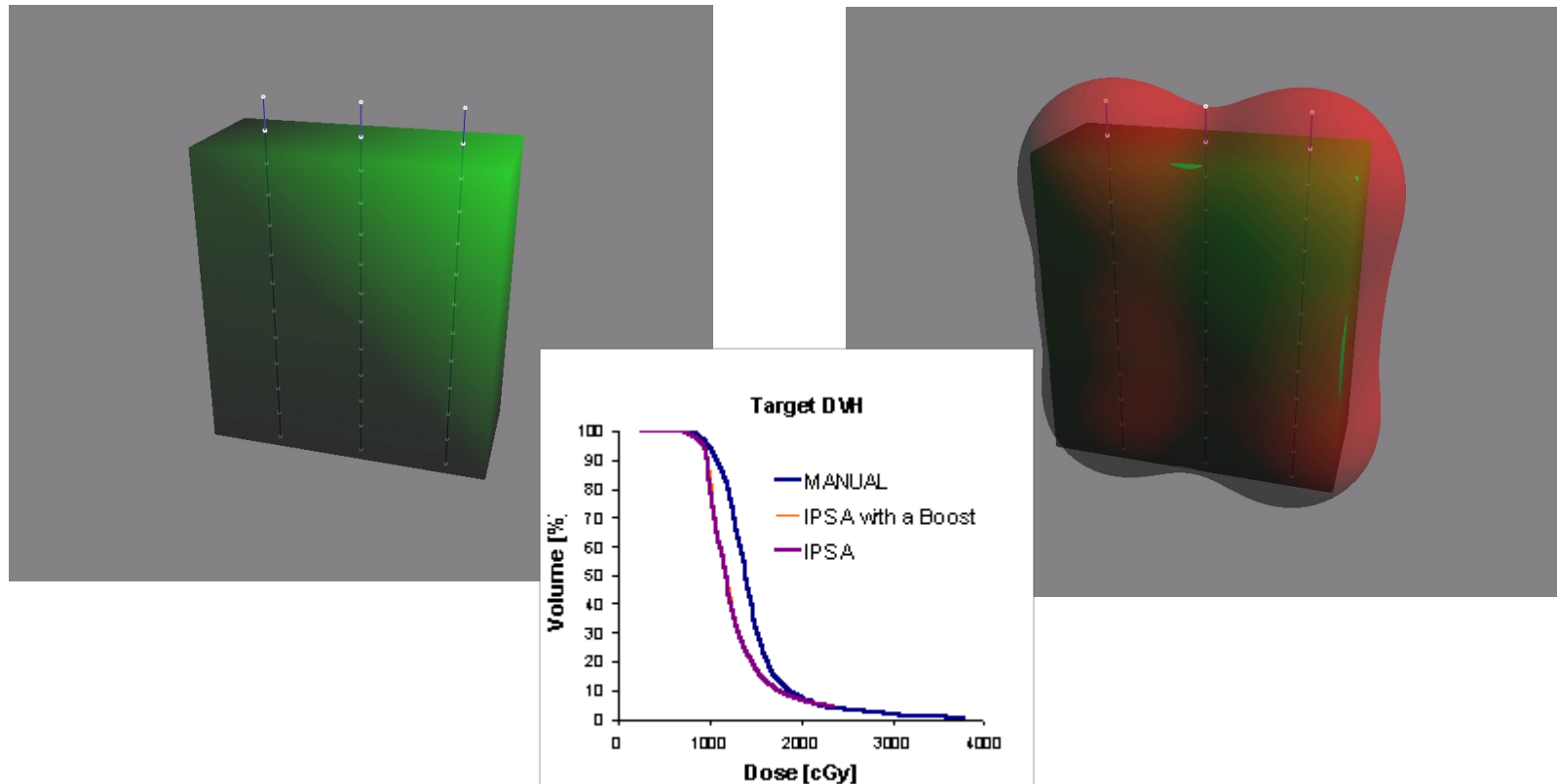
Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

ALGORITHME DE RESOLUTION

Méthode du Simplexe
pour résoudre le modèle linéaire

Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

TEST DU MODELE INFORMATISATION



Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

LOGICIEL DE TRAITEMENT

